

“太赫兹超导阵列成像系统”研制成功

太赫兹波段在当代天文学前沿研究(如宇宙生命环境和极高红移早期宇宙)中具有特别重要的作用。为此,我国将在地面最优良的太赫兹、远红外天文台址--南极冰穹 A 建设一台 5 米太赫兹望远镜(DATE5)。DATE5 望远镜除了将配备针对宇宙生命环境研究的太赫兹谱线观测接收机,还拟布局多像元宽场太赫兹相机,为行星、恒星、星系和宇宙学研究提供这一独特波段的巡天“传世”数据库。针对这一重要科学需求,我们提出了“太赫兹超导阵列成像系统”项目,并被遴选为国家基金委 2011 年首批启动的 9 项国家重大科研仪器研制项目(部门推荐)之一。

项目组历时 5 年时间,攻克了太赫兹超导阵列成像系统的核“芯”—国际前沿的超导动态电感探测器(Kinetic Inductance Detectors,简称 KID)和超导相变边缘探测器(Transition Edge Sensor,简称 TES)技术,实现了我国大规模二维阵列超导探测器芯片技术“零”的突破,其中 KID 超导探测器在阵列规模、灵敏度及工作频段等指标方面均处于国际同类探测器的前沿水平。此外,项目组还攻克了系统研制中的三项主要关键技术:大规模 KID 探测器阵列频分复用读出技术、太赫兹波段大视场成像光学设计仿真技术、以及低漏热亚 K 低温制冷平台技术。基于上述研究成果,成功研制了一台 850 微米波段 8×8 像元和一台 350 微米波段 32×32 像元超导阵列成像系统(参见下图 1),灵敏度均优于地面观测设备背景极限。研制的两套超导阵列成像系统分别实现了天文试验观测及实验室演示实验。该系统的成功研制使我国跻身大规模阵列超导探测器技术领域国际前沿,为我国天文观测研究提供了一种全新的成像探测手段。除了南极太赫兹天文观测应用以外,KID 与 TES 探测器技术还有望应用于宇宙微波背景探测、3D 成像频谱探测、X 射线及光学红外天文、量子信息及国家安全等领域。该项目已顺利通过了国家基金委组织的项目验收(参见http://www.cas.cn/syky/201707/t20170703_4607328.shtml)。

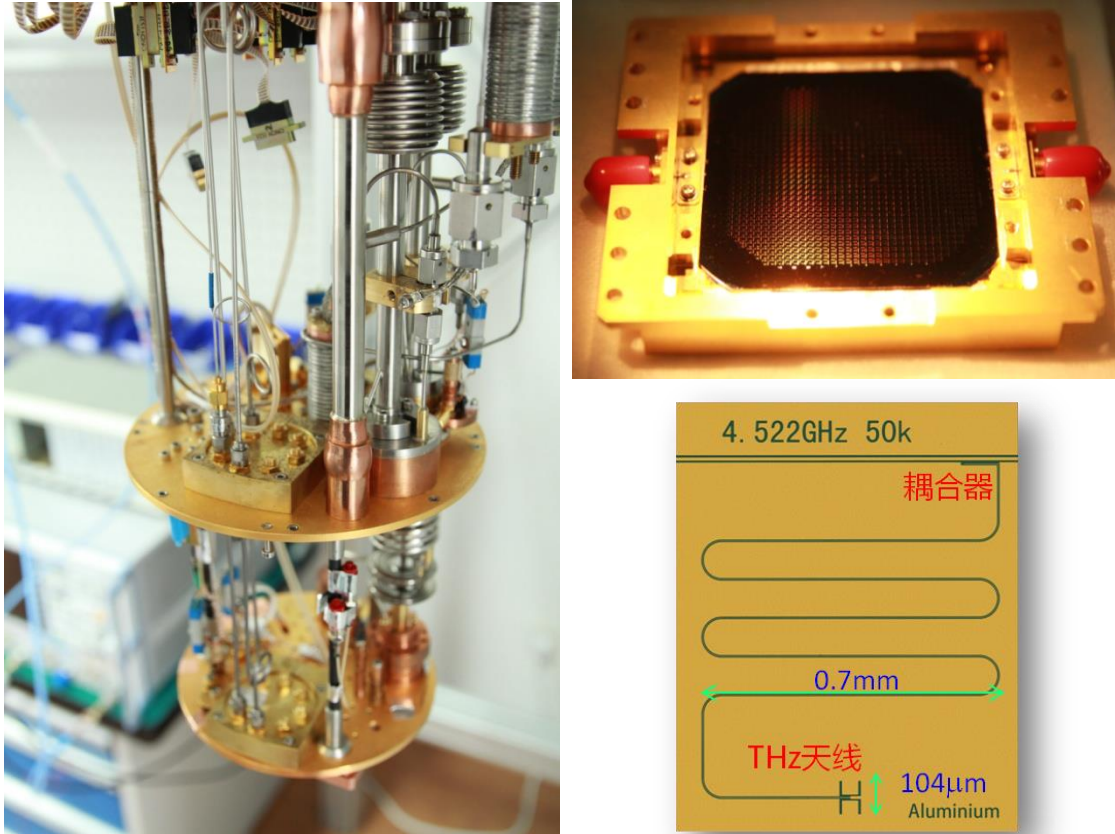


图 1. 工作在亚 K 温区的 350 微米波段 32×32 像元超导阵列成像系统内部照片 (左)、32×32 像元 KID 探测器 (右上) 和包含太赫兹天线与微波超导谐振器的单一 KID 探测器照片 (右下)。